

den Sieg errungen, weil unter dem gewichtigen Eindrücke der gewaltigen Newton'schen Entdeckungen und ihrer Anwendungen auf die Astronomie die Anschauung selbstverständlich würde, daß alle Bewegungen von Massenanziehung herrühren; für solche Bewegungen gilt ja auch bekanntlich der Satz. Heute dagegen darf man doch schon daran denken, umgekehrt alle Anziehung aus Bewegungen abzuleiten, also z. B. auch die Newton'sche Gravitation als durch Aetherschwingungen erregt zu betrachten; wenn dies gelingt — versucht ist es in dem schon erwähnten Programme der städt. Realschule zu Königsberg i. Pr. 1874 —, so ist hoffentlich endgültig jene falsche Formel aus der Physik entfernt und durch die richtigere ersetzt:

$$\Sigma m^2 v^2 = C.$$

XII. *Ueber Inductions-Wirkungen von ungleich harten Magnetstäben;* von L. Kulp in Darmstadt.

In diesen Annalen Bd. 134 habe ich einige Versuche über die Veränderungen magnetischer Momente beim Aufeinanderlegen von Lamellen in gleichem Sinne veröffentlicht. Ich theile nunmehr noch weitere Versuche über diesen Gegenstand mit, welche mit Rücksicht auf die zuletzt gezogenen Schlußfolgerungen sowohl für Theorie als auch für Praxis, nicht ohne Interesse seyn werden.

- A. Einwirkung magnetischer Stahllamellen verschiedener Härte auf ein gleich großes weiches nicht magnetisches Eisenstück.

In dem Folgenden übergebe ich zuvörderst die Resultate, welche ich beim Auflegen eines weichen Eisenstückes auf gleich große verschieden harte und stark magnetische

Stahllamellen erhalten habe. — Die angewandten Stahlmagnete waren 58^{mm} lang, 12^{mm} breit und 4^{mm} dick. Zum Theil waren dieselben in der bekannten Weise¹⁾ nach vorhergegangenen Härten zu verschiedenen Oxydationsfarben gleichmäßig angelassen worden. (Siehe Columne 1 der folgenden Tabelle I.) Sämmtliche Stahlstücke waren mittelst eines Elektromagnets, wie derselbe von mir in Bd. 135 dieser Annalen S. 149 beschrieben wurde, möglichst gesättigt und hierauf, nachdem dieselben etliche Tage ruhig liegen geblieben waren, die Messung des magnetischen Momentes derselben nach der Compensations-Methode vorgenommen (vergl. diese Annalen Bd. 133). Dieselben sind, in dem Momente des Maafsmagnets (= 384547 H = 730640 absolutes Maafs) ausgedrückt, und in der zweiten Columne der folgenden Tabelle I aufgeführt. Auf diese verschieden harten magnetischen Stahlstücke wurde nun successive ein weiches Eisenstück der Länge nach aufgelegt, das Moment der Verbindung nach derselben Methode gemessen und sodann das weiche Eisenstück wieder vorsichtig seitwärts abgezogen. Merklichen permanenten Magnetismus hatte dasselbe hierbei nicht angenommen.

Tabelle I giebt in der dritten Columne die durch die letzten Beobachtungen erhaltenen Resultate, welche wie überhaupt die hier aufgeführten Versuchsergebnisse in den genannten Maafsmagneten ausgedrückt sind. Die Differenz der beiden Columnen 2 und 3 giebt uns ein Maafs für denjenigen Magnetismus, der durch Induction der Stahlmagnete in dem weichen Eisenstück entstanden ist und dann eine gleiche Quantität des ursprünglich freien Magnetismus der ersteren zurückgebunden hat. In der fünften Columne gebe ich ferner die Quotienten, die durch Division der Werthe der Columnen 2 in 4 entstanden sind. Dieselben stellen die von gleichen Mengen freien Magnetismen der Stahlstäbe in dem weichen Eisenstück inducirten Magnetismen dar.

1) Vergl. S. 574 meiner „Schule des Physikers“.

Tabelle I.

| 1. Bezeichnung der Stahlhärten | 2. Stäbe der magnetischen Momente (A) | 3. Stärke der magnetischen Momente in Verbindung mit weichem Eisen | 4. Differenzen (d) | 5. Quotienten $\left(\frac{d}{A}\right)$ |
|---|---|---|--------------------------|--|
| Stahlhart | 3,180 | 0,349 | 2,831 | 0,890 |
| Stahlhart | 3,227 | 0,391 | 2,836 | 0,878 |
| Stahlhart | 2,957 | 0,359 | 2,598 | 0,878 |
| Gelb | 2,402 | 0,441 | 1,961 | 0,816 |
| Roth | 2,339 | 0,409 | 1,930 | 0,825 |
| Blau | 2,219 | 0,330 | 1,889 | 0,851 |
| Wasserblau | 1,905 | 0,316 | 1,589 | 0,834 |

Da die Quotienten der Spalte 5 nahezu constant sind, so ist man berechtigt zu der Folgerung: *dafs die inducirten Magnetismen annähernd proportional sind*, ein Resultat, welches analog dem Lenz-Jakobi'schen Gesetz ist, aber jedenfalls auch wie jenes nur ein beschränktes (d. h. für bedeutendere Eisenmassen geltendes) seyn wird. Dieses Gesetz bestätigt sich auch noch, wenn man, statt von einer, von zwei Seiten eine Induction eintreten läßt. Zur Bestätigung dessen führe ich folgenden Versuch an. Zwischen zwei stahlharten magnetischen Stahlstücken der gleichen Dimensionen wie die vorgenannten, deren Momente resp. = 2,606 und 2,915 (in Maafsmagneten ausgedrückt) gefunden worden, wurde das gleiche weiche Eisenstück eingebracht und das Moment der so gebildeten Combination = 0,558 gefunden. Durch Induction waren daher:

$$2,606 + 2,915 - 0,558 = 4,963$$

gebunden worden, sonach von der Einheit:

$$\frac{4,963}{2,606 + 2,915} = 0,89,$$

welcher Quotient mit den in Tabelle I erhaltenen Quotienten, dem Gesagten gemäß, übereinstimmt.

B. Einwirkung eines harten magnetischen Stahlstücks auf verschieden harte unmagnetische Stahllamellen.

Verschieden harte noch unmagnetische Stahlstücke wurden der Reihe nach mit einem harten magnetischen Stahl-

stück von bekanntem Moment ($= 1,501$) wie das weiche Eisenstück sub *A* combinirt, die Stärke der Combination nach der Compensationsmethode gemessen und berechnet. Der Maafsmagnet, den ich hier gebrauchte, war jedoch ein anderer als bei *A*, die Resultate sind in folgender Tafel (II) gegeben. Die Columne 1 giebt die Stärke der Combination an, die Spalte 2 liefert die Differenzen zwischen den Momenten der Verbindungen und der Vertheilungslamelle $= 1,501$, die Spalte 4 endlich enthält die Quotienten dieses Werthes in die Differenzen.

Tabelle II.

| 1. Bezeichnung der Stahlstäbe | 2. Stäbe der Combinationen (<i>A</i>) | 3. Differenz zwischen <i>A</i> und der Zahl 1,501 (δ) | 4. Quotienten $\frac{\delta}{1,501}$ |
|--|--|---|--|
| Farblos | 1,130 | 0,371 | 0,247 |
| Strohgelb | 0,906 | 0,595 | 0,396 |
| Roth | 0,889 | 0,612 | 0,407 |
| Wasserblau . . . | 0,711 | 0,790 | 0,526 |
| Weiches Eisen . | 0,192 | 1,309 | 0,872 |

Nach der letzten Tafel ergibt sich der Schluss: *dass die Induction mit der Härte der Lamelle abnimmt*, eine Thatsache, die sich, wie bekannt, auch bei der Einwirkung des galvanischen Stromes auf verschieden harte Stahlstücke gezeigt hat.

C. Einwirkung magnetischer Stahllamellen auf solche von verschiedener Härte.

Die zum Theil schon oben gebrauchten Stahlstücke wurden auch hier benutzt, nachdem sie von Neuem magnetisirt worden waren. Nach vorhergegangener Messung, Columne 2 und 3 der folgenden Tabelle III, wurden nun verschiedene Combinationen unter ihnen gebildet, und die Stärke dieser Verbindungen gleichfalls bestimmt (Columne 5 der Tabelle III). Der Maafsmagnet, welcher hier gebraucht wurde, war derselbe wie unter *A*. Das Aufeinanderlegen der Stäbe erfolgte in gleichem Sinne (d. h. mit gleichen Polen) der Länge nach. Bildet man nun die Differenzen

zwischen den Summen der Anfangsmomente der Lamellen (Columnne 4) und den Momenten der Lamellen (Columnne 5), welche Differenzen in Columnne 6 verzeichnet sind, so liefern diese Differenzen ein Maafs für denjenigen Magnetismus, der durch gegenseitige Induction gebunden wurde. Die Verticalcolumnne 7 endlich giebt die Quotienten aus den Spalten 6 und 4; sie stellen die von gleichen Mengen freien Magnetismen der Stahlstücke inducirten Magnetismen dar.

Da die Quotienten in Columnne 7 gröfser sind beim Zusammenlegen von weicheren Stahlstücken als bei härteren, so scheint man zu der Folgerung berechtigt; *dafs beim Aufeinanderlegen von weichen magnetischen Stahlstücken mehr freier Magnetismus, als beim Aufeinanderlegen von harten magnetischen Stahlstücken gebunden wird.*

Dies ist auch noch der Fall, wenn eine harte magnetische Lamelle mit verschiedenen weichen magnetischen Stahlhärten combinirt wird, woraus folgt: *dafs auch in einem weichen magnetischen Stahlstück mehr Magnetismus inducirt wird als in einem härteren.*

Aus diesen Folgerungen ergiebt sich der für die Praxis wichtige Schluß, *dafs es ein Nachtheil ist, wenn weiche oder ungleich gehärtete Stahlstücke zu magnetischen Magneten usw. verbunden werden; daher ist in solchen Fällen nur die Anwendung harter Stäbe zu empfehlen.*

Tabelle III.

| 1. Art der Combinationen. | 2. Magnetische Momente der einzelnen Stahlstücke | 3. | 4. Summe der magnetischen Momente (A) | 5. Magnetische Momente der Combinationen | 6. Differenzen (B) | 7. Quotienten $\left(\frac{\delta}{A}\right)$ |
|------------------------------|--|-------|---|---|--------------------------|---|
| Stahlhart und Stahlhart .. | 3,180 | 3,227 | 6,407 | 4,478 | 1,929 | 0,301 |
| Stahlhart und Stahlhart .. | 3,227 | 2,957 | 6,184 | 4,334 | 1,850 | 0,299 |
| Stahlhart und Stahlhart .. | 3,180 | 2,957 | 6,137 | 4,194 | 1,943 | 0,316 |
| Stahlhart und Stahlhart .. | 3,814 | 2,957 | 6,771 | 4,629 | 2,142 | 0,316 |
| Gelb und Gelb | 2,402 | 2,915 | 5,317 | 3,256 | 2,061 | 0,387 |
| Roth und Roth | 2,339 | 1,905 | 4,244 | 2,402 | 1,802 | 0,424 |
| Blau und Blau | 2,219 | 1,572 | 3,791 | 1,953 | 1,738 | 0,460 |
| Stahlhart und Gelb | 3,180 | 2,402 | 5,582 | 3,375 | 2,207 | 0,395 |
| Stahlhart und Roth | 3,180 | 2,339 | 5,519 | 3,180 | 2,339 | 0,432 |
| Stahlhart und Blau | 3,180 | 2,219 | 5,399 | 2,754 | 2,645 | 0,489 |
| Stahlhart und Wasserblau . | 3,180 | 1,905 | 4,985 | 2,468 | 2,517 | 0,504 |